# سد ألكفرة : من سدود مصر ألقديمة

نصرت آدمو *

*خبير في ألسدود و ألموارد ألمائية

nasrat.adamo@gmail.com

نبذة تأريخية عامة

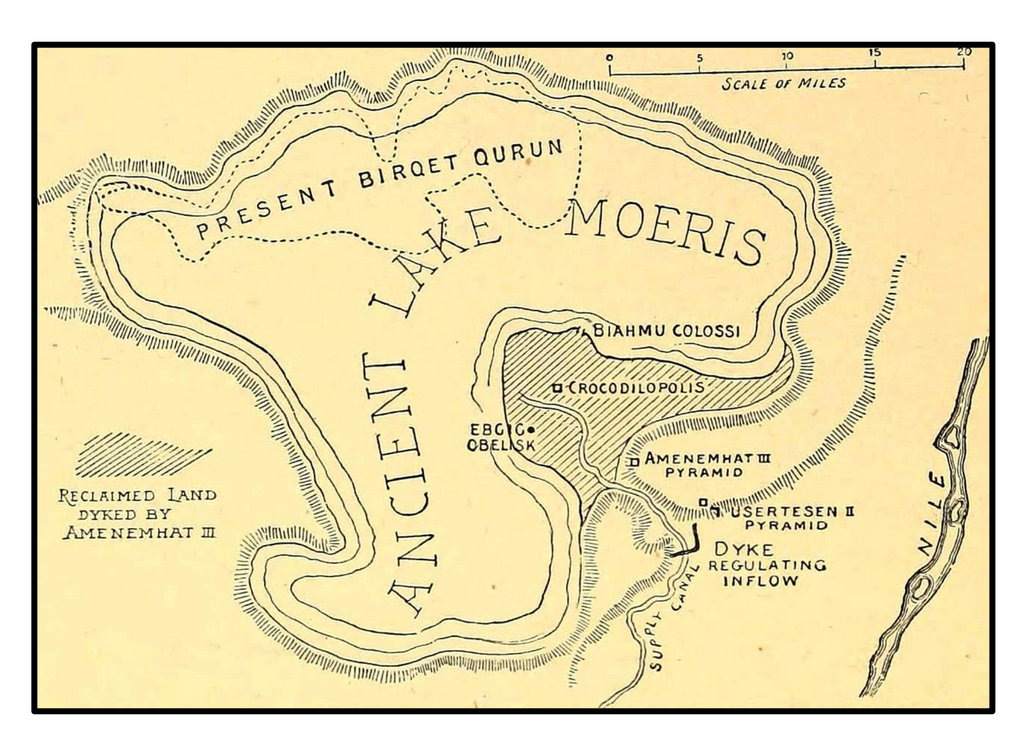
سد ألكفرة ، هو سد أثري أنشأوه ألمصريون ألقدماء ، ويعتقد علماء ألاثار ان زمن بنائه يعود الى 2650 سنة قبل ألميلاد ، وقد جاءت هذه ألتسمية لكون من أنشؤوه هم من المصريين في العصورما قبل دخول الإسلام ألى مصر، فألكافر بحسب ماجاء في معجم لسان ألعرب لأبن منظور (1232- 1311) هو من كفر بلسانه ولا يعرف ما يذكر له من ألتوحيد [1] ، وينطبق ذلك على ألفراعنة تحديدا. وأذا ماصح زمن بناؤه حسب علماء ألاثار فأن ذلك يقع خلال عصر ألدولة ألفرعونية ألثالثة بحدود مائة وخمسون سنة قبل حكم ألملك خوفو باني ألهرم ألاكبر في ألجيزة وهو ألفرعون ألثاني من فراعنة ألدولة الرابعة للفراعنة (2566- 2589 ق.م) [2].

لذلك يمكن ألقول بأن تقنيات ألبناء ألتي أستخدمت في بناء هرم خوفو كانت موجودة منذ فترة بعيدة سابقة حيث انها كانت مشابهة لتلك ألتي أستعملها بناة ألكفرة نفسه.

وليس سد ألكفرة هو أقدم سدود مصر ألأثرية فقد سبقه في ذلك تنفيذ سد قوشية ، ويدعوه ألبعض سد قوشيشة ، وهو ألذي يعتبر الأقدم في مصر؛ وكان أول سد تاريخي يتم تأسيسه قبل 2900 ق.م، فقد بناه الملك مينا في عصر الدولة الفرعونية الأولى ، وكان يهدف من ذلك إلى حماية المباني بعاصمة الدولة الأولى وهي ممفيس من خطر التعرض إلى الفيضانات ، وكان يبعد مسافة 20 كيلومترا عنها ، فقد تم أنشاء جسم ألسد من الاحجار ألمتراصّة ووصل ألأتقان في ألبناء أعلى ماوصل إليه فن ألبناء بألحجارة من ألمراتب وتجلى ذلك لاحقا فى بناء الاهرامات ، ويمتاز سد قوشيشه بأن أقصى ارتفاع لقمته يصل الى 15 مترا وبطول 450 مترا وبنى من التربة المرصوصة التى تم أكساؤها بقطع من ألحجارة الصلدة ، حيث تم تحويل مجرى نهر النيل من غرب المدينة الى شرقها [3].

وأما عن انشاء سدود وخزانات اخرى فبحسب أحد ألمصادر فأن الملك ألفرعوني أمنحوتب ألثالث قد أقام خزانا وسماه بأسم " بحيرة موويرس " ويعتقد بأنه ألاسم ألثاني لهذا ألفرعون وذلك عام 2300 قبل الميلاد فى الفيوم واقام على مدخل ألبحيرة سدا سماه " اللاهون " ، كما استخدم السد لتنظيم دخول المياه

لتخزينها فى ألبحيرة فى فترة الفيض للاستفادة منها لاحقا بألزراعة، وأنشئ السد بعشر فتحات ثم أضاف فتحه جديدة عرضها 20 ذراعا لمرور السفن ، هذا وأن بقايا ألبحيرة في ألوقت ألحاضر تعرف ببركة قارون ، راجع ألشكل (1)[4][5][6].




**ألشكل 1: بحيرة موويرس وأعمال ألفرعون امنحوتب ألثالث ألأخرى**

من كل هذا يمكننا ألقول من أن بناء سد ألكفرة قد جاء في سياق تأريخي متصل من هذه ألاعمال في مصروكذلك في في بعض المناطق ألمجاورة وفي فترة أكثر قدما ونعني بهذا سد جوى على وادي راجول في محافظة ألمفرق في ألاردن على بعد 58 كيلومترا ألى ألشمال من مدينة ألازرق والذي يعود زمن أنشاؤه ألى ألالفية ألرابعة قبل ألميلاد وقد كان سدا بنائيا حجريا [7].

في عام 1885 أكتشف ألرحالة ألالماني جورج شفينفورث وجود أثار هي لبقايا سد قديم يقع في وادي (گراوي Garawi) على ألجانب ألشرقي من نهر ألنيل على بعد عشرة كيلومترات جنوب شرق حلوان وعلى مسافة ما يقرب من ثلاثين كيلومترا ألى ألجنوب من ألقاهرة (ألشكل 2) ، وقد كتب في مذكراته حينذاك ما يلي:-

"لقد أنشأ ألمصريون ألقدماء في ألوادي سدا مائيا من ألحجارة لأحتجاز ألمياه ألكثيرة ألتي كانت ولاتزال تنحدر هادرة بشدة من مرتفعات ألهضبة ألشرقية في مواسم ألشتاء ألماطرة ليتحول ألوادي ذو ألجوانب ألصخرية شديدة ألأنحدار ألى خزان دائمي ...".




**الشكل 2: موقع سد ألكفرة جنوب ألقاهرة**

وبعد أكتشاف شفينفورث هذا كتب ألعديد من ألغربيين ألذين زاروا ألموقع عن ألسد ، غير أن ما نشرعنه كان لايتعدى ألوصف ألعام وبعض ألتحليلات حتى قام ألأمهندس ألألماني يورگن گاربرخت بألكتابة ألمستفيضة عن خواص وتفاصيل ألسد ألهندسية عام1985 وأعاد نشر ما كتبه في 1997 ، فقد سبق ذلك مباشرة في عام 1982 على وجه ألتحديد أي بعد مايقرب من 100 سنة على أكتشاف ألسد لأول مرة أن قام فريق مصري- ألماني من علماء ألأثار وألمهندسين بأجراء ألتحريات في بقايا ألسد بطريقة علمية وألتي كشفت بأن كارثة طبيعية قد انهت ألعمل في بناءه قبل أكتماله حيث طغت المياه على قمته فأنهار ألجزء ألوسطي منه . ولا يقلل هذا من أعجابنا وتقديرنا لبناة ألسد الاصليين لما توصلوا أليه من علم ومعرفة ، ويعكس أنجازهم هذا عمق بصيرتهم ومعرفتهم بأصول ألتصاميم وخبرة بتقنيات ألبناء وسائل ألتنفيذ. وقد أعتمدنا في هذه ألدراسة ألى درجة كبيرة بما نشره ألمهندس الالماني ألمذكور عن ألسد بأللغتين ألانكليزية وألالمانية مما مكّن ألتوصل ألى تفاصيل ألسد ألفنية وأسلوب ألعمل فيه [8][9][10][11].

منذ أكشاف ألسد عام 1885 لم يكن هناك شك بأن المنشأ قديم جدا ، وأظهرت ألمكتشفات ألاخرى عدا ألسد وجود أثار لمباني تقع ألى ألشمال ألغربي منه تعود لحقبة ألمملكة ألقديمة . وعند أجراء أعمال ألمسح فقد تم ألقيام بألتحري للتأكد من تأريخ تلك ألمباني و كذلك لإيجاد ألعلاقة بينها وبين وألسد نفسه. وقد قادت ألتحريات ألاثرية ألى ألاستنتاجات ألتالية:

أ- أن ألمباني في شمال غرب ألسد لها علاقة وثيقة بعملية بناء ألسد نفسه.

ب - أن موقع ونوع وحجم ألمباني آنفة ألذكر تشير ألى ألعلاقة ألتي أشرنا أليها ، ولايمكن تفسيرها إلا بكونها قد أعدت لسكن ألعاملين في أنشائه ، ويمكن ملاحظة فروقا واضحة بين وحدات سكن ألعمال وألاخرى التي أعدت لقاطعي ألحجر وللمشرفين على ألعمل ، وكذلك ألوحدات ألأكبر حجما ألتي قد تكون قد أعدت للسكن ألجماعي للعمال ألعاديين.

ج- أن بقايا أواني ألعجين ألفخارية ألمكتشفة تدل بأن ألخبز كان يعد موقعيا ، ويبقى ألسؤال ألذي لم يجد ألاجابة ألشافية حتى ألآن هو عن بقايا جرار نقيع ألشعير ألمخمر أو ما نطلق عليه اسم ألبيرة ، وهل كانت تلك ألجرار معدة لأغراض خزن ألمشروب في ألمخيم نفسه فقط أم لنقله بعد ألتخمير أيضا ، هذا وأن ألتشابه بين بقايا قطع ألفخار وألخزف في ألمباني ألمختلفة يؤكد علاقتها بعضها مع ألبعض ألأخر.

د- أن بقايا جرار ألنقيع ألمخمر ألمكتشفة في مباني ألمخيم وتلك ألتي وجدت في موقع ألسد تعود كلها لنفس ألفترة ألزمنية.

ه- بعد تصنيف أللقى ألفخارية ألمشار أليها أمكن نسبها بصورة رئيسية ألى ألحقبة ألزمنية بين ألسلالتين ألثالثة وألرابعة وخاصة ألصحون ذات ألحافات ألمنحنية وألطاسات ألصقيلة وأقداح شرب نقيع ألشعير ألمخمر ألخزفية وأواني عجين ألخبز وأمكن تخمين أصلها ألى حدود عام 2550 قبل ألميلاد.

و. بأسخدام فحوصات نظير ألكاربون ألمشع ( C- 14 ) ألتي أجريت على بقايا ألقطع ألخشبية ألمتفحمة ألمأخوذة من ألمواقد في مخيم ألعمال فقد تم تصحيح أصلها ونسبها ألى 2690 و 2950 قبل ألمسيح.

ويمكن ألأشارة أنه خلال ألفترة بين ألاعوام 2600 و 2700 أو ربما قبل ذلك كان ألانسان قد شيد سدود تحويلية عل بعض أنهار كازاخستان في أسيا ألوسطى ، إلا ان تلك السدود كانت أقل شأنا من سد ألكفره ألذي يمكن أعتباره أقدم سد عالي في ألعالم.

جغرافية موقع ألسد و ألخزان وجيولوجية ألمنطقة

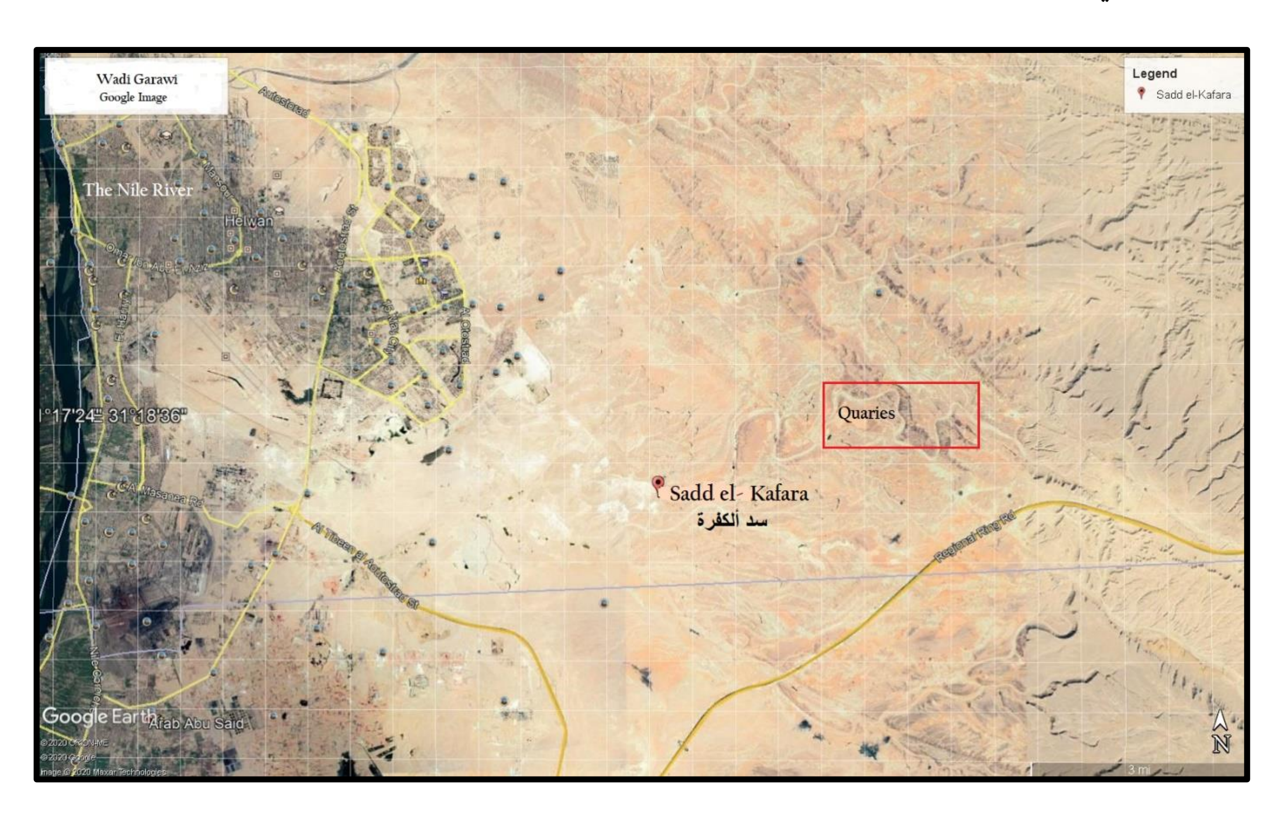
بألعودة ألى وصف وادي گراوي فهو وادي عميق موسمي ألجريان يمرفي منطقة مقفرة وقاحلة لاينم مافيها عن مايوحي بوجود حياة سابقة سوى ماتبقى من أطلال ألسد آنف ألذكر الواقعة في ألجزء ألجنوبي ألغربي منه وفي أضيق نقطة فيه.

وألوادي ألمذكور يشابه ألعديد من ألوديان ألموسمية ألتي تجري من ألتلال ألشرقية ألمحاذية لنهر ألنيل وألتي تصب فيه . ويبلغ منسوب قعر ألوادي ألمذكور في موقع ألسد بحدود 110 متر فوق سطح ألبحر كما أن انحداره بحدود 1% .

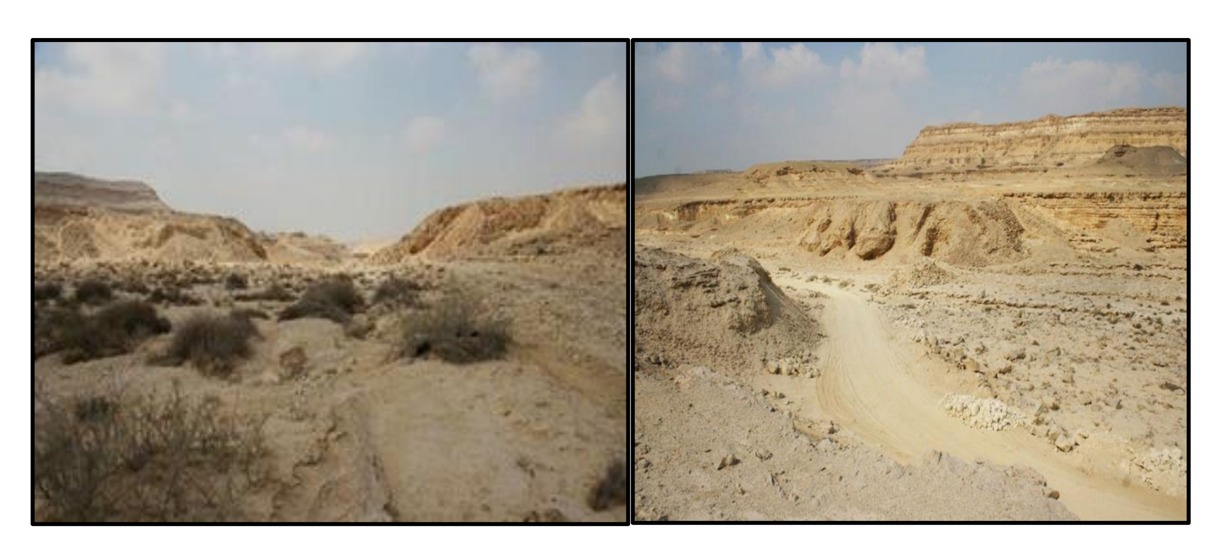
وفي ألشكل (3) صورة فضائية لموقع ألسد وامتداد وادي گروي كما يظهر نهر ألنيل في يسار ألصورة

وكذلك منطقة مقالع ألحجر ألجيري مقدم موقع ألسد أيضا ، ويرجح ألبعض بأن ألقصد من أنشاء ألسد وألخزان كان من أجل تجميع مياه الأمطار ليســتفيد منها العمــال والدواب الذين عملوا في التنقيب عــن الحجر والمرمر لتشــييد الأهرامــات والمعابـــد وكانت هناك كتل صخرية كبيرة تشــكل سـدا آخر قبل هذا الســد لتقلل قوة ارتطـــام المـــاء المندفـــع نحو الســـد وتعمل كمرشـــحاً للعوالق والأنقـــاض التي يجرفهـــا تيار الماء المتدفق، كما ذهب ألبعض ألى ألقول بان بناء ألسد كان من اجل حماية ألمناطق ألزراعية ألخصبة ألمأهولة بألسكان وألواقعة على مصبه في نهر ألنيل من فيضانات ألوادي ألمدمرة ونحن بدورنا نؤيد هذه ألفرضية خاصة أن ألمنطقة ألمحيطة به لاتصلح للزراعة فلا يمكن ان يكون قد شيد من اجل ألري وألزراعة أنما من أجل ألحماية من ألفيضانات حصرا.

وتتميز ألحالة ألجيومورفولوجية لهذا ألجزء من منطقة شرق نهر النيل بأنها منطقة مصاطب مرتبطة بعدد من ألتراكيب ألجيولوجية ألتي تعلو طبقات جيولوجية أكثر قدما ، ونتيجة لحركة تكتونيه ألتوائية أندفعت ألطيات ألناجمة عن ذلك نحو ألاعلى وأرتفعت فوق منسوب سطح ألبحر وبالتالي تعرضت للتجوية وللتعرية بفعل ألرياح. ويظهر الشكل (4 أ) منظرا عاما للوادي ، أما ألشكل ( 4 ب) فهو للوادي ويبدو فيه بقايا للسد ألتي تبدو على ألبعد.




**ألشكل3 : صورة فضائية لموقع ألسد وامتداد وادي گروي كما يظهر نهر ألنيل في يسار ألصورة وكذلك منطقة مقالع ألحجر ألجيري مقدم موقع ألسد**



**ألشكل (4 أ) ألى أليمين منظر عام للوادي ، والشكل (4 ب) ألى أليسارومنظرللوادي ويظهر بعض بقايا ألسد**

ومن ألناحية ألجيولوجية فيمكن ألأستدلال بأن جيولوجية ألمنطقة ألمجاورة للسد تقع ضمن ألتراكيب ألانتقالية بين عصر ألأيوسين ألوسيط وعصر ألأيوسين ألمتأخر وتتكون سلسلة ألتراكيب ألجيولوجية من ألحجر ألجيري و ألطيني ألجيري (مارل) و ألصخور ألرملية ألمتحوله ( schistous sandstone ) ألحاوية على ألاحفوريات من ألانواع ( carolia placuneides, ostrea reili, nummulites beaumonti ).

ويلاحظ بأن ألاحجار ألتي أستعملت في أنشاء ألسد كانت من طبقات متكسرة ومن عدة تراكيب جيولوجية مختلفة وأن أختلاف ألتراكيب وألتكوين ألكيمياوي لها قد أثر في قوة تحملها وتجانسها ، ويمكن تقسيم هذه ألتراكيب ألى نوعين :-

أ- حجر جيري أبيض رخو، وهو حجر جيري- طيني أو طيني رملي (Arenaceous-marl) متكون من ألكلس غير ألمتبلور وبعض ألكالسايت ألناعم مع بعض الكوارتز ذو ألمحتوى ألملحي ألعالي

ب- حجر جيري رمادي- بني صلب متكون من أملاح كاربونية غير متبلورة ناعمة ويلاحظ بأن ألاحجار من هذه ألطبقة ذات مقاومة عاليه لعوامل التجوية ويصعب ألتعامل معها بالعدد وألادوات.

ألحالة ألهيدرولوجية

يعتبرألهطول ألمطري على هذه ألمنطقة قليل ونادر وقد ينقطع تماما في بعض ألسنين كما هو ألحال في صحراء ألجزيرة ألعربية مما يجعلها غير مأهولة بألسكان ، فقد بينت ألقياسات في محطة حلوان ألمناخية هطول مامعدله 25 ألى 30 ملمترسنويا وذلك على أساس ألمدى ألطويل ، غير هذه ألقياسات قد أظهرت أيضا أن هناك أمكانية أحيانا أن يتجاوز ألهطول خلال يوم واحد ألمعدل ألسنوي. ويستشف من ألتقارير أيضا بأن شدة ألهطول ألعظمى على مدينة ألقاهرة تصل ألى أكثر من 2 ملمتر/ دقيقة بألمقارنة مع 0.1

ألى 0.2 ملمتر/ دقيقة في منطقة ألصحراء ألغربية و 0.4 ألى 0.6 في صحراء ألنقب ، أما في غياب أية معلومات عن أتساع وحجم ألغيوم ألسائدة فأنه من غير ألممكن معرفة مدى أتساع ألرقعة ألجغرافية ألمتأثرة بألهطول ألمطري ألشديد ، وتشير باقي ألمعلومات ألمتوفرة من محطة حلوان الى أن ألمعدل ألسنوي للتبخريبلغ 10.5 ملمترا في أليوم كما أن معدلات درجات ألحرارة أليومية والفصلية تخضع ألى تغيرات قوية جدا حيث بينت ألرصودات بين عامي 1904 و 1960 درجات حرارة يومية تراوحت بين (0°) و (47.5° +) مئوية ومعدل سنوي يبلغ (21°) مئوية.

من كل هذه ألمعطيات فأن هناك حاجة ماسة لخزانات كبيرة لتغطية ألطلب ألقوي على ألمياه سواء للري أو للشرب أو من أجل الحماية من ألغرق نتيجة للفيضاتات ألعالية ، لكن من ألمكن ألجزم بأن سد ألكفرة لم يخطط له لتجهيز مياه ألشرب أو لأغراض ألري ، حيث أن ألسد يبعد بعض ألشيء عن مقالع ألمرمروألحجر فلا يمكن أن يكون لتجهيز ألعاملين فيه بمياه ألشرب كما أن هناك مساحات واسعة من ألاراضي ألخصبة في حوض نهر ألنيل يمكن أرواؤها بوفرة منه فضلا عن أن ألاراضي حول ألسد هي أراضي مجدبة وقاحلة.

مما تقدم وبسبب ألظروف ألجغرافية وألجيولوجية ألسائده في جابية سد ألكفرة فأن ألهطول ألمطري ألعنيف يمكن أن يولد موجات فيضانية مفاجئة وسريعة تاركة أثارا مدمرة في ألمناطق ألتي تشبه وادي گراوي ، وبحسب ما أورده مؤخرا بعض القاطنين في ألمناطق أألمماثلة لمنطقة وادي گراوي فأن موجات فيضانية عنيفة قد حصلت فعلا بأرتفاع عدة أمتار مخربة قرى وأودت بحياة ألعديد من ألناس ، لذا يمكن أفتراض أن سد ألكفرة قد تم تشييده لغرض حماية منطقة وادي گراوي ألواقعة في مؤخر ألسد وربما وقاية ألمباني ألمشيدة قرب نبع فيشا ومنطقة حوض ألنيل عند مصب ألوادي فيه حيث كان هنك في كافة ألاحتمالات مناطق زراعية ومستوطنات سكنية مزدهرة.

ألتفاصيل ألهندسية للسد

عند سلوك ألطريق ألمؤدي من حلوان جنوبا بأتجاه ألطرف ألشمالي من ألوادي ثم ألسير داخل ألوادي نفسه فأن ما يبدو للعيان على البعد أولا أطلال لبقايا ألسد ، فلا زال ألجناح ألشمالي باديا للناظر ويمتد مسافة 24 مترا داخل ألوادي كما أن هناك أيضا 27 مترا من ألجناح ألجنوبي باقية لحد آلأن ، ومن ألواضح بأن ألفتحة ألمتبقية في ألوسط كافية لأمرار ألفيضانات ألحاصلة من ألهطول ألعنيف ألذي يحصل بأوقات متباعدة .

ومن ألجدير بألذكر أن أعمال ألتنقيبات ألاخيرة كشفت وجود مدرج ترابي يحادد ألجناح ألجنوبي يسمح لوسائط ألنقل ألبدائية بألصعود ألى أرتفاع بمسافة 15 مترا من قعر ألوادي ألى حافته ألعليا ولسوء ألحظ فأن كثيرا من ألتفاصيل ألتصميمة وألتنفيذيه في هذا ألجانب قد فقدت ألى ألأبد ، إلا أنه وعلى ألرغم من

ألتجاوزات ألبشرية وتأثيرات ألفيضانات ألمتكررة وغير ذلك من ألعوامل ألطبيعية فأن ألشكل ألاصلي للسد وتفاصيله ألانشائية لآزالت واضحة للعيان.

يتكون ألمقطع ألعرضي لسد ألكفرة من ثلاثة أقسام مختلفة ألتركيب وألوظيفة وهي:

أولا: لب وسطي من خليط من ألمواد ألطينية وألحصى والرمل من بقايا عمليات ألتجوية

ثانيا: أملائيات حجرية على جانبي أللب

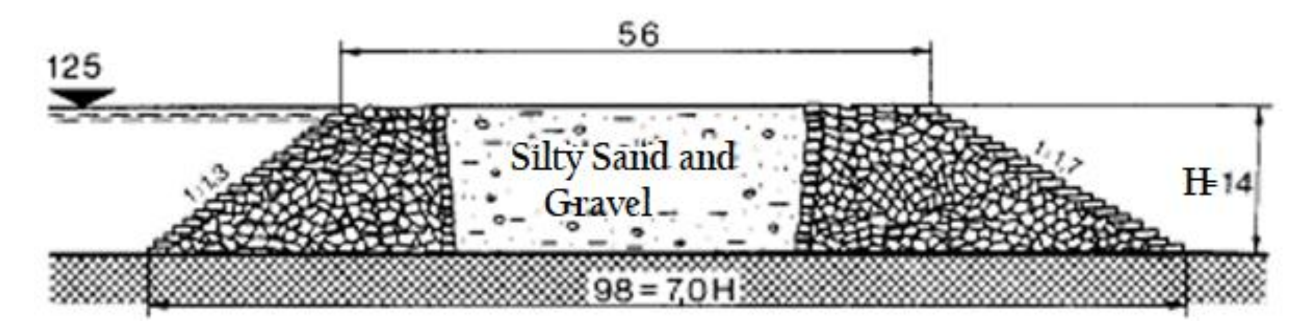
ثالثا : تكسية صخرية لحماية تساريح ألسد الجانبية من قطع ألحجر ألمنجورة وقد تم رصفها بشكل مدرجات

ويبين ألشكل (5) ألمقطع ألعرضي للسد وأبعاده ألخارجية ويمكن ألاستنتاج من ألشكل ألعام بأنه كان من ألمؤمل رفع منسوب قمة ألسد ألى منسوب 125 متر إلا أن من ألمرجح أيضا بأن هذا ألارتفاع لم يتحقق أبدا.

ويلاحظ من معاينة ألسد ألاختلاف ألواضح بين ميول وجوه ألسد ألجانبية عن بعضها ، فأن ألوجه في مؤخر ألسد له ميل بزاوية مقدارها 30° بينما ألبقايا ألشمالية من ألوجه في ألمقدم تميل بزاويا مختلفة هي 43° و 45° في ألجزء ألاسفل من ألسد و35° في ألجزء ألاوسط منه ، ويعتقد بأن ميل ألجزء ألاعلى في المدّرجات ألعليا ألبالغ 25° لم يكن مقصودا ويرجح بأنه ناتج عن ألتعرية القوية.

يمكننا أذن وبحسب ألتوصيفات ألحديثة تعريف سد ألكفرة بأنه سد ركامي ذو لب شبه أصم يتكون من ردم بقايا ألمواد ألحجرية ألمتشظية وألمتجوية وألحصى. وحسب تسميات ميكانيك ألتربة ألحديثة فأن مواد أللب في ألاساس مواد كلسية من ألطين ألناعم ألمختلط بألرمل وألحصى وقد تم أيجاد معامل ألنفاذية لها وهي كما يلي:

$10^{-4}$ m/s> $k_f$ >5x $10^{-6}$ m/s

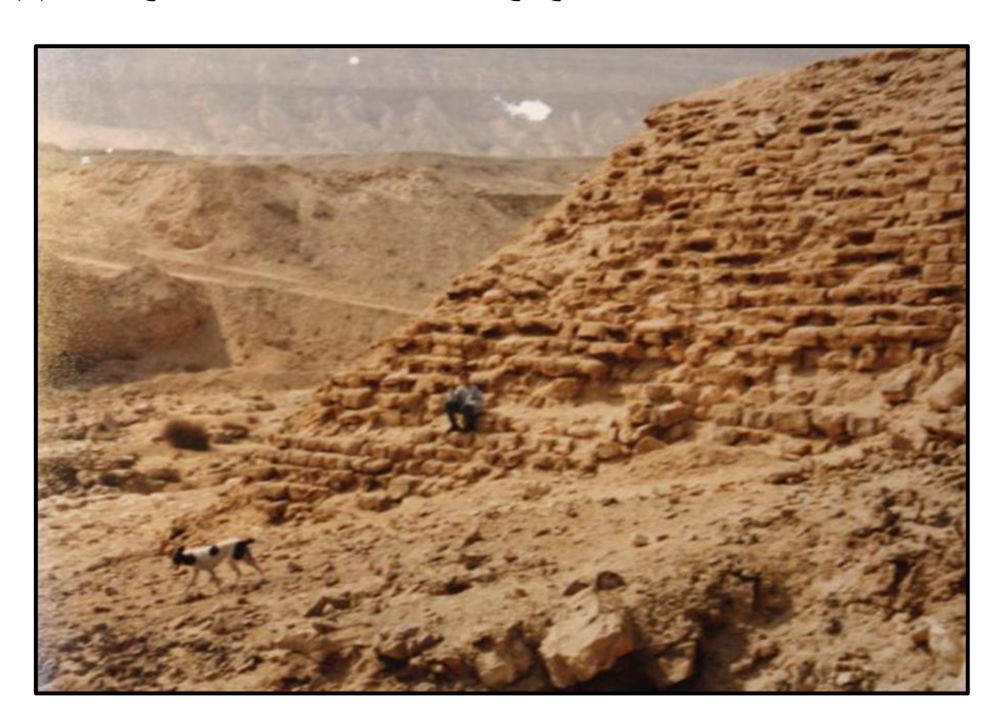



**الشكل (5) ألمقطع ألعرضي لسد ألكفرة ويظهر اللب ألوسطي فيه مكونا من من خليط ألطمي وألرمل وألحصى (ألابعاد بالأمتار)**

ويمكن لنا أن نفترض أن ألعمل في ألأملائيات كان قد تقدم من جانبي ألوادي بأتجاه ألوسط بسبب أن ألمواد ألأملائية قد تم أخذها من جانبيه.
يجاور أللب قشرة أمامية وقشرة خلفية لتوفير ألاسناد وألحماية له من ألجانبين وتتكون كل منهما من ألحجر ألمكّسر أبأحجام تراوحت بأقطار تراوحت بين 0.1 متر ألى 0.6 متر وبصورة رئيسية بمعدل 0.3 متر.
أن لون ألحجارة ألمستخدمة وتركيبها ألمعدني يشيران ألى أنه قد تم الحصول عليها من ضفتي ألوادي في مقدم ألسد ومؤخره ، كما أن ردمها في ألموقع ألمخصص لها تم من ألاعلى نحو ألاسفل بصورة عشوائية مما جعل بنية هذه ألأملائيات هذه غير منتظمة ولم تكن ألفراغات في هذه ألأملائيات مملوءه تماما بألحصى أو بقايا ألحجرألناعمة ، ولوحظ من ألتنقيبات وألتحريات ألسطحية وجود جدار من ألحجر ألجاف قد تم بناؤه بعناية ودقة ليكي يفصل بين ألاملائيات ألحجرية ألعشوائية وأللب ، كما كشفت هذه ألتحريات والتنقيبات أيضا بأن هذا ألجدار ألفاصل كان مستمرا بخط مستقيم من ضفة ألى ألضفة ألأخرى. ، ومن ألتفاصيل اللافتة للنظر في سد ألكفرة هو وجود تغير فجائي في ألحائط ألمذكور في ألجناح ألجنوبي للسد ، فعند ألوصول ألى منسوب 118.7 مترا يبدو أن تحول قد حصل في عملية ألانشاء في طريقة ألعمل من حيث ألنوعية وزيادة ألأستقرارية.

من ألمعالم المثيرة للاعجاب في بناء سد ألكفرة دون شك تلك ألقطع ألحجرية ألكبيرة ألمرصوفة بشكل مدرّج في ألتكسيات ألحجرية لوجهي ألسد ألأمامي وألخلفي وألتي تحمي من خلفها أملائيات ألقشرة ، ففي مقدم ألسد لاتزال أجزاء منها باقية بحالة جيدة بينما تشير ألكتل ألمتفرقة من ألحجرألمقطّع في ألمؤخر بأن ألتكسية هنا كانت مشابهة لتلك ألتي في ألمقدم وقد تكون قد أنجزت بصورة غير كاملة.
بالأضافة ألى ما تقدم فقد لوحظ في مقدم ألسد وفي أجزاء من ألجناح ألجنوبي منه على وجه ألتحديد لا يزال هناك ثلاثة عشر صفا من هذه ألقطع في ألتكسية ألحجرية باقية بصورة جزئية ومتفرقة ، إلا أن قسما كبيرا من تكسية ألمقدم في ألجزء ألشمالي من ألسد هي في حالة أفضل ومنها واحد وثلاثون صفا مدرّجا لا تزال باقية بحالة جيدة.
أما أبعاد القطع ألحجرية ألمؤلفة لأعمال ألتكسية هذه فكانت بمعدل 0.30 متر× 0.450 متر × 0.8 متر وقد تم قطعها وتهذيبها من جانبي الوادي في مقدم ومؤخرألسد ، وتم صف قطع ألتكسية في صفوف صفا فوق صف وجعل ألقطع في ألصف ألواحد مستوية ومتراصة ألواحدة جنب ألاخرى بحيث يكون ألوجه ذو ألبعد ألاقل عمقا في ألامام مكونة بذلك سلما متدرجا كل درجة فيه بعمق 30 سنتيمترا، ولقد توضح من خلال ألصور ألجوية بأن زاوية ميل ألوجه ألامامي تبلغ 45° درجة للصفوف ألأثني عشر ألسفلى و 35° درجة في ألجزء ألاعلى ، ويذكر بأنه لم يتم رصف قطع ألتكسية هذه مباشرة على

ألاملائيات ألساندة لها في ألخلف أو مباشرة على قعر ألوادي إنما تم أضافة طبقة من ألحجر ألناعم خلف قطع ألصف ألواحد وتحتها من أجل تماسك ألقطع مع بعضها وجعلها مستوية، را جع ألشكل (6).



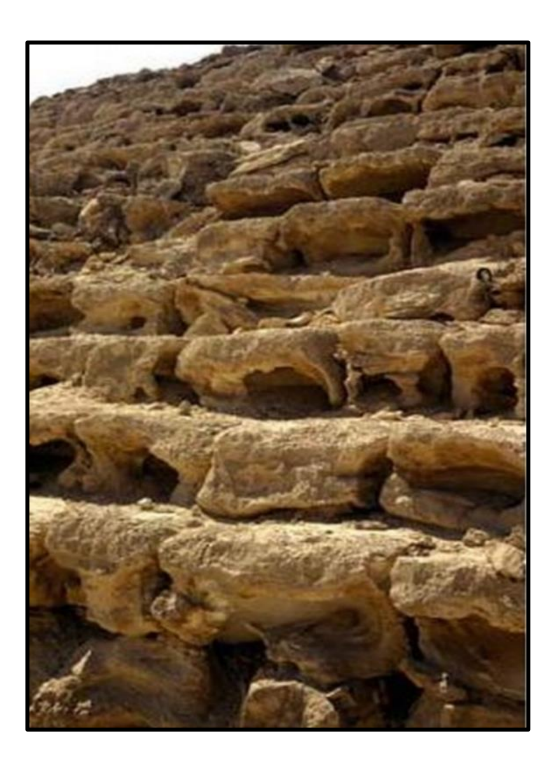
**ألشكل 6 : تفاصيل ألتكسية ألحجرية في ألمقدم في ألجزء ألشمالي من ألسد**

عند ألمقارنة بين قطع ألحجر ألجيري ألمستخدم في تكسيات ألسد مع ألحجر ألجيري ألذي أستعمل في بناء ألاهرامات ألمدّرجة في ألمملكة ألقديمة في كل من مصر ألعليا ومصر ألوسطى خلال ألفترة من منتصف ألالفية ألثالثة وبدايات ألالفية ألرابعة أيام حكم ألسلالة ألثامنة للفراعنة يتأكد لنا بما لايقبل ألشك بأن ألسد قد بني خلال تلك ألحقبة حيث أن بناء تلك ألاهرامات قد تم بأستعمال قطع من ألحجارة بأبعاد قدرها 0.6 متر × 0.8 متر ×1.2 متر كما أن أرتفاع ألدرجات قد تراوحت بين 0.25 متر ألى 0.4 متر كذلك بما يشابه ألتكسيات ألأمامية وألخلفية في سد ألكفرة تماما.

أما بخصوص التجاويف ألظاهرة حاليا على سطوح قطع ألحجارة ألمتآكلة في تكسيات سد ألكفرة وألواضحة جليا في ألشكل (7) فهي أيضا من ألصفات ألحاية للمنشأت ألمصرية ألقديمة ألمشيدة من ألحجر ألمرصوف نفسه ، حيث أن عملية ألتآكل هذه هي نتاج لطبيعة ألصخور ألمحلية وعوامل ألمناخ ألتي تساهم في هذا ألتآكل.

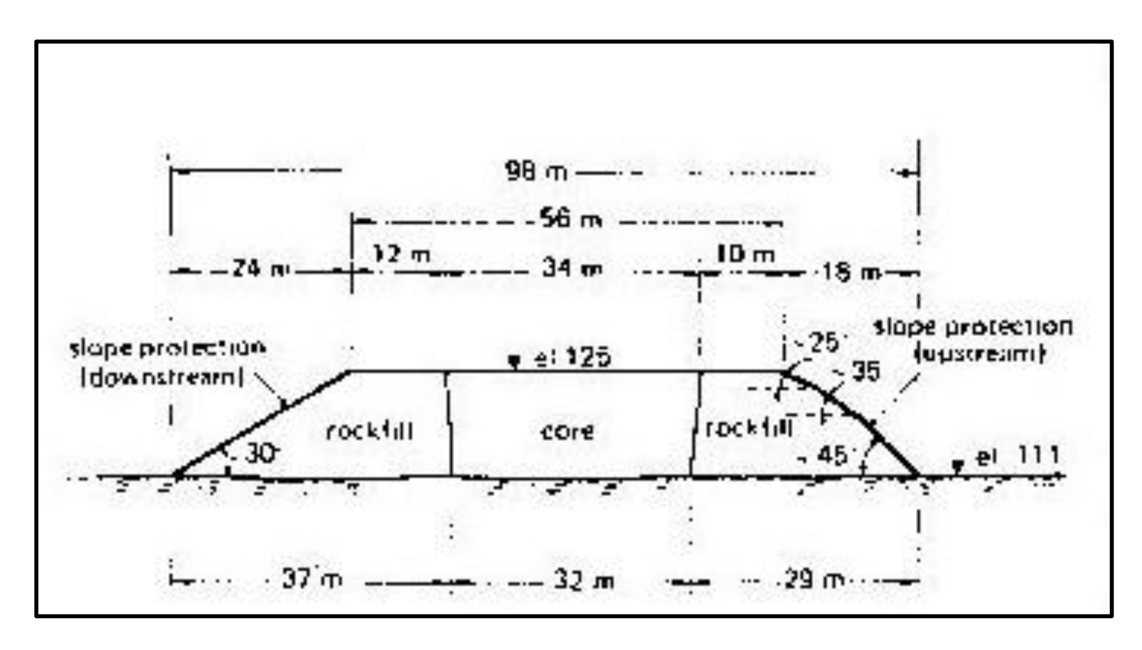
أن قابلية ذوبان وأنحلال ألمعادن ألمختلفة ألمكونة للحجر يضاف لها ألتجاويف ألدقيقة والنقر في سطوح تلك ألاحجار ألتي خلفتها عملية تقطيع ألحجر وتهذيبه جعلت تلك ألتجاويف عرضة للتحلل ألكيمياوي بفعل ألتجوية ، كذلك فأن وجوه ألقطع ألحجرية ألواقعة في ألظل وغيرألمعرضة لأشعة ألشمس ألمباشرة كانت ألأكثر تأثرا بألعوامل ألفيزياوية كتغير درجات ألحرارة وألرطوبة وألرياح مما أدى ألى تكهفها

وزيادة حجم  ألتجاويف فيها بصورة تدريجيه حيث أن هذه ألتأثيرات تزداد عمقا بأزدياد عمق ألتكهفات وبألتالي أزدياد مساحة ألظل في تجاويفها وبألتالي أحتفاظها بألرطوبة وألماء غير ألمتبخر وتسارع ألتفاعل ألكيمياوي ألمؤثر مما يجعل ألاحجار مجوفة كليا مما هو واضح كليا في ألشكل (7).



**ألشكل 7 : قطع تكسية ألسد ويبدو واضحا فيها عوامل ألتجوية وألتآكل**

ويمكن لنا تمييز ألشكل ألعام لمقطع ألسد بوضوح بالرجوع الى ألرسم ألتخطيطي أليدوي ألمبين في ألشكل (8) على ألرغم من عدم جودته وكذلك بألاستعانة بألشكل (5) .




**ألشكل 8 : رسم يدوي يبين تفاصيل ألمقطع ألعرضي لسد الكفرة (عن يورگن گاربرخت)**

مراحل أنشاء ألسد

تكشف طبقات املائيات لب ألسد ألبادية للعيان ما يوحي بألطريقة ألتي أتبعت في عملية ألأنشاء حيث تتراوح زاوية ميل ألطبقات في ألأملائيات ألحجرية ألساندة بأنها بحدود °28 ألى °34 ويتطابق ذلك مع زاوية ألأستقرارألطبيعية للمواد ألحجرية ألناعمة ألمستعملة ، كذلك من تحليل ما تم كشفة موقعيا قد أمكن أستنتاج مايلي:

1. أن أملاء ألقشرة ألخارجية ألحجرية قد تم أولا

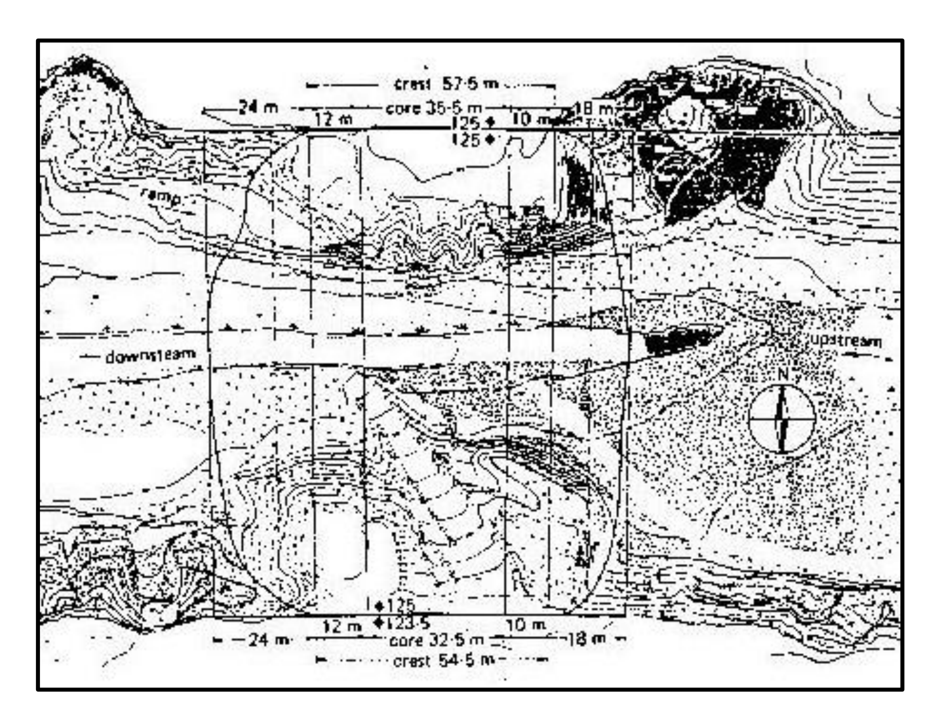
2. بعد ذلك تم أملاء أللب ومن ثم ألصعود به نحو ألاعلى وفي نفس ألوقت ألاستمرار بأملاء ألقشرة ألساندة ألخارجية ، لذا فقد كان هناك طبقات على طول ألقشرة ألخارجية طبقات مستعرضة تميل بأتجاه وسط ألوادي ومتعامدة على ألخط ألفاصل بين أللب وألقشرة

3. يبدو أيضا بأن أملائيات أللب ألتي جرت بحسب ما مبين في الفقرة (2) اعلاه لم تجر بصورة هندسية منتظمة وأنما بطريقة عشوائية

4. أن أنشاء ألسد ككل بضمنه تنفيذ أللب قد جرى من طرفي ألوادي ثم ألتقدم بلأتجاه نحو وسطه

5. كما لوحظ وجود أعمال وقتية في ألمنسوب0.5 ± 118 متر في مقدم ألسد في ألجناح ألجنوبي منه تحديدا قد تم فيها رمي ألحجر بصورة مستمرة لغاية ألوصول ألى المنسوب ألنهائي وذلك من حافة ألوادي وبأتجاه وسط الوادي.

6. ومن ألملاحظات ألاخرى فأن قعر ألوادي وجانبيه قد تم قشطهما قبل أملاء ألقشرة ألخارجية ألحجرية كما لوحظ أيضا في خطوط تقاطع جناحي جسم ألسد مع جانبي ألوادي وجود مدارج من ألمواد ألترابية ألموقعية خدمت عملية ألأنشاء وذلك للوصول الى داخل ألوادي من ضفتيه ويمكن ألقول بأن رفع هذه ألمدارج كان سيتم عند أنجاز ألسد بصورة كاملة، راجع ألشكل (9).
بالأضافة ألى ألمدارج ألصغيرة ألأربعة آنفة ألذكر فأن هناك مدرج مائل أخر تم تنفيذه من مواد ألدفن العادية في مؤخرألطرف ألشمالي للسد يبدأ من مقلعين كبيرين واقعين في ألمؤخر وينتهي في أللب ويمكن ألاستنتاج من أنحدار ألمدرج ألمذكورألبالغ °5 ومواد ألدفن ألمستخدمة فيه بأنه كان يستعمل لجلب قطع ألتكسية ألحجرية ألكبيرة ألى ألمنسوب ألمطلوبة فيه ، ويتم ذلك ربما بأستعمال زلاجات للنقل ، ويستشف من وجود هذا ألمدرج واستعماله لنقل قطع حجارة ألتكسية من ألمقالع لتكسية مؤخر جناح ألسد ألشمالي بأن ألعمل في هذا ألجزء من ألأملائيات كان متخلفا عن سير ألعمل بباقي أجزاء ألسد.




**ألشكل 9: رسم يدوي تقريبي لمسقط أفقي للسد يوضح عملية تنفيذه (عن يورگن گاربرخت)**

بألنظر ألى أساليب وقدرات ألعمل ألسائدة خلال حقبة ألدولة ألرابعة وكذلك حجم ألعمل ألذي تم أنجازه في ألسد سواءا ألمواد ألاملائية ألتي نقلت من حافات ألوادي وأستخدمت في أللب أو ألاملائيات ألحجرية للقشرة ألحجرية ألساندة ألتي جلبت من طرفي ألوادي يمكن تقدير ألفترة ألزمنية ألتي أستغرقتها عملية ألانشاء بحدود تتراوح ما بين عشرة وأثني عشرة سنة.

ألشكل ألنهائي للسد

بينت ألتنقيبات وألمسوحات ألموقعية ألعامة أضافة الى ألصور ألجوية ألمستخدمة امكانية ألحصول على تصورعام لشكل ألسد عند ألأنجاز ألنهائي (ألشكل 9). وألواضح فأن قمة ألسد كان مقدرا لها أن تكون في منسوب 125 متر في ألجانب ألايمن وهو نفس منسوب حافة ألوادي في ألجانب ألشمالي ويلاحظ بأن حافة ألوادي مقدم محور ألسد في نفس ألجانب ترتفع ألى منسوب 126متر. أما في ألجانب ألأيسر أي في حافة ألوادي ألجنوبية فأن منسوب ألاررض ألطبيعية هنا هو 123.5 متر لذا فأذا ماكان ألخزان سمتلىء بألمياه فأنه لن يصل ألى أعلى من هذا ألمنسوب بعدها تبدأ ألمياه بألطفح من فوق ألسد في هذا ألجانب. ولا يمكن ألتكهن فيما أذا كان ألمقصود هو أن يكون هذا ألجانب بمثابة مسيل للمياه ألزائدة في ألمسافة ألمتبقية ألي يبلغ طولها 100 متر أم كان ألقصد رفع منسوب ألاملائيات ألى منسوب 125 متر مما يقتضي أنشاء سد صغير أمتدادا لجسم ألسد لترتفع قمة ألسد بألكامل ألى منسوب 125 متر أيضا.

مما تقدم وبأجراء بعض ألحسابات ألبسيطة يمكن ألتوصل ألى أن حجم ألخزان في منسوب 125 متر يبلغ حوالي 620000 متر مكعب بينما يمكن خزن 465000 متر مكعب فقط تحت منسوب 123.5 متر ، ولو

أفترضنا أن فاقدت بألتبخر هي بحدود 11 مليمتر في أليوم أضافة ألى مايرشح من مياه من خلال لب ألسد فيمكن ألقول بأن خزان ألسد يمكن أن يفرغ تماما خلال 12 ألى 14 شهرا فيما لو لم تحصل خلال هذه ألفترة عاصفة مطرية تذكر، لذا وفي حالة مرحلة ألأنجاز ألتي وصل أليها ألسد ألمبينة آنفا وكذلك أستنادا ألى ألظروف ألمناخية ألسائدة يمكن ألقول عدم أمكانية خزن ألمياه على ألمدى الطويل.
عند تطبق طرق تحليل ألأستقرارية ألحديثة في ألتوصل ألى مدى أستقرارية هذا ألسد يتبين ما يلي:

1. في حالة ألتخفيض ألسريع لمياه ألخزان وألتي تعتبر من أسوأ ألحالات بألنسبة لأستقرارية ألسدود فأن ناتج معامل ألأمان للسد ككل في هذه ألحالة يبلغ ( $\eta = 2.1$ ) في ألوقت ألذي تكون فيه أقل معاملات أمان مطلوبه حسب ألمعايير ألحديثة هي ( $\eta = 1.4$ ) و( $\eta = 1.3$ )

2. بألنسبة للأستقرارية ألموضعية للجانب ألمنحدر في ألمقدم فقد تم ألحصول على معامل أمان حسابي قدره ( $\eta = 1$ ) ، غير أن ألتأثير ألجانبي ألثلاثي ألابعاد لضفتي ألوادي ألساندة للسد وألشكل ألمدّرج له وألتي لم تؤخذ بعين ألأعتبار في حسابات ألأستقرارية تعطي كلها درجة أعلى من ألاستقرارية .
وفي عين ألوقت فأن معامل ألأمان للسد ضد ألأنزلاق بلغ ( $\eta = 7$ ) ويتجاوز هذأ أقل معامل أمان مطلوب وألذي يجب أن لايقل عن ( $\eta = 1.5$ ).

مما تقدم يمكن ألجزم بأنه وحسب ألمعايير ألحديثة لتصاميم ألسدود فأن سد ألكفرة يتجاوز في حجمه وتصميمه ماهو مطلوب ، ويمكننا أن نقول بأن تصميم أقدم سد كبير في ألعالم كان مفرطا بألحجم وألأمان مما يشير ألى عدم توفر خبرة سابقة في بناء مثل هذه ألمنشآت في حقبة ألمملكة ألقديمة.

<u>أسباب أنهيار ألسد</u>

من ألتحريات ألموقعية ومعرفة ما متوفر من معلومات جغرافية عن وادي گراوي يمكن ألاستنتاج بأن سبب أنشاء ألسد كان بقصد ألحماية من ألفيضان وخزن ألموجات ألفيضانية بصورة وقتية بينما أخلاء ألخزان من ألمياه كان سيتم بصورة بطيئة عن طريق ألتبخر وما يرشح من خلال جسم ألسد نفسه ، أما بخصوص أمكانية أمتلاء ألخزان تماما فيمكن طرح تساؤلين : هل كانت كميات ألهطول ألمطري كافية لأمتلاء ألخزان ألى منسوب 125 متر؟ وماذا ياترى يكون ألتصريف ألاقصى ألمتوقع في موقع ألسد حتى يمتلىء ألخزان؟
بألأستناد ألى ألملعومات ألمناخية ألمحدودة ألمتوفرة وألمستندة على ألرصودات في ظروف مناخية تسمح بألمقارنة (شمال أفريقيا ، صحراء ألنقب) فأن أعلى تصاريف تتراوح بين 200 و250 من ألأمتار ألمكعبة في ألثانية ألواحدة يمكن أن تنجم عن هطول مطري يغطي 35% من مساحة جابية خزان ألسد البالغة 170 كيلومتر مربع وبأحتمالية تكرار بين 30 و100 سنة . وكذلك يمكن توقع ورود تصاريف بين

50 متر مكعب بألثانية ألى 130 متر مكعب بألثانية أذ أفترضنا احتمالية تكرارمثل هذا ألهطول مرة كل 1.5 ألى 5 سنوات ، وحيث أن سعة ألخزن ألمتاحة لاتتجاوز 465000 متر مكعب في منسوب 123.5 متر لذا فأن هطولا مطريا بحدود 12 ميليمتر على كامل مساحة ألجابية يكفي لأمتلاء ألخزان ثم طفح ألمياه وألتفافها حول ألسد من ألجانب ألأيسر ألاقل أرتفاعا وألذي يعمل عمل ألمسيل .

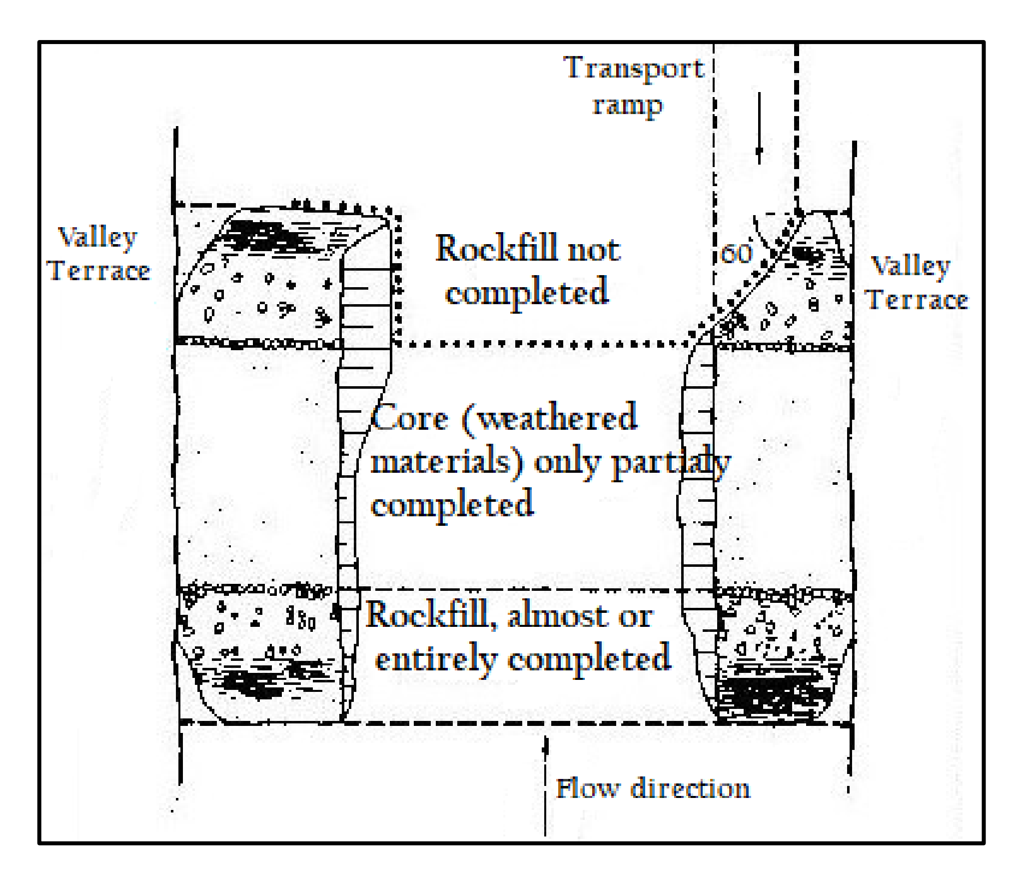
أما أذا كان ألهطول ألمطري بحدود 15 ألى 18 مليمترا وكان يغطي 35% ألى 50% من مساحة ألجابية فقط فأن ألتصريف ألوارد يكفي لأمتلاء ألخزان ألى نفس ألمنسوب مع ألعلم أن تكرار حصول مثل هذا ألهطول هو كل 2.5 ألى 4 سنوات.

ولقد بينت ألحسابات ألهيدرولوجية وفحوصات ألنموذج ألهيدروليكي بأن أقصى تصريف يمكن فيه لمسيل ألجانب ألأيسر ألتعامل معه بصورة آمنة هو بحدود 85 متر مكعب بألثانية عندما يكون منسوب ألماء في ألخزان يساوي 125 متر ، بعد ذلك فأن ألمياه سوف تطفح فوق قمة ألسد ويكون ألتصريف في هذه ألحالة 175 متر مكعب بألثانية علما بأن ألتصريف ألحرج بألنسبة لأستقرارية مؤخر ألسد ذو ألتكسية بقطع ألحجارة ألمدّرجة يتراوح بين 120 متر مكعب بألثانية ألى 140 متر مكعب بألثانية فقط ويقابل هذا منسوب 126 متر ، ويعني هذا ألأمر في مثل هذه ألحالة تجاوز منسوب ألماء لقمة ألسد وغمرها بمقدار متر واحد.

مما تقدم يمكن أفتراض بناءا على هذه ألحسابات بأن سعة ألمسيل ألمطلوبة هي بحدود 300 متر مكعب بألثانية اذا ما أريد للسد ألبقاء سالما. ولانعلم على وجه ألتحديد فيما أذا كان مهندسوا ألسد قد أخذوا بعين ألأعتبار أحتمالية أن تطفح ألمياه فوق قمته عند ورود ألسيول ألعالية جدا وأفترضوا بأن ألسد سوف يصمد بوجود ألتكسيات ألحجرية على ألجوانب ، كما لانعلم فيما اذ كانت لديهم ألنية لأكساء قمة ألسد أيضا.

ويتبين من ألمسوحات ألموقعية ووضعية جناحي ألسد ألمتبقيين بأن ألعمل في ألسد لم يكتمل أبدا حيث تظهر ألمكتشفات ألموقعية بأن ألجزء ألامامي من ألقشرة ألحجرية كان منجزا تقريبا عندما أنهار ألسد أو ربما ترك ألعمل فيه ، كما يتبين كذلك بوجود مسافة كبيرة لم يتم بناؤها مؤخر ألجزء ألحجري و في أللب أيضا .

وفي ألشكل (10) مخططا يدويا وتقريبيا مفترضا يوضح حالة أنجاز ألعمل في ألسد عند انهياره.




**ألشكل 10: ألمراحل ألمنجزة من ألسد عند أنهياره**

من ألواضح من ألشكل (10) فأن حال ألأملائيات الحجرية في مؤخر ألسد في ألجزء ألوسطي من ألوادي ألغير مكتملة لا يعكس ألوضعية فيما اذا كان قد أنجرف منها شيء خاصة وأن ميل حافتها نحو ألمؤخر يقارب زاوية ألاستقرار ألطبيعية للمواد ألحجريه ، لذا يمكن ألقول بأن ألوضع يبين الحال عند توقف ألعمل ، كما يشاهد في ألجناح ألشمالي من مؤخر ألسد بأن ألأ ملائيات لم تتم بصورة مستعرضه وأنما منحرفة بزاوية قدرها ° 60 وان أنحدار هذا ألجزء يقارب زاوية ميل ألمواد ألحجرية ألخشنة وتعادل ° 44 الى ° 48 .

أن أستمرار ألعمل في تشييد ألسد لفترة تراوحت بين 10 و12 سنة في ألوقت ألذي كانت فيه ألفيضانات في ألوادي تتكرر كل 2.5 ألى 4 سنوات يعني بأن ألخزان كان خلال الفترة هذه يحوي على ألمياه لذا يمكن أفتراض ألحالة عند أنهيار ألسد كانت كألاتي:

- أن أملائيات ألقشرة ألحجرية في ألجهة ألامامية للسد بضمنها ألتكسية ألحجرية كانت مكتملة لغاية ألمنسوب ألنهائي ألبالغ 125 متر
- أن أملائيات ألقشرة ألحجرية في مؤخر ألسد كانت مكتملة لغاية ألأرتفاع ألمطلوب لمسافة حوالي 27 متر فقط ( ألشكل 10 )

- تم أستخدام ألمدرج ألترابي ألظاهر في ألشكل (10) ألواقع في مؤخر ألسد على ألجهة أليمنى من ألوادي لأطول فترة ممكنة من أجل نقل ألمواد لذا فقد تأخر تنفيذ هذا ألجزء من ألسد بصورة عامة عن تقدم ألعمل ألعام

- لم تكن أعمال ألدفن منجزة بصورة كاملة في أملائيات لب ألسد عند أنهياره وقد أنجرفت كافة هذه ألأملائيات تماما ، وربما كانت قد وصلت ألى أي أرتفاع من قعر ألوادي بين أملائيات ألقشرة ألحجرية على ألجانبين

- عندما كانت ألاعمال قد وصلت ألى هذه ألحدود وقع فيضان متوسط او كبير ألحجم بذروة تزيد على 100 متر مكعب يالثانية مما أدى ألى طفح ألمياه فوق أملائيات أللب ألغير غير ألمنجزة

- أنجرف ألجزء ألوسطي ألغير محمي من أللب سريعا مما أدى ألى أنهيار ألقشرة ألأماميه ألحجرية ومن ثم تدفق 630000 متر مكعب من ألمياه بصورة فجائية

لقد أدت ألموجة ألفيضانية ألناتجة عن أنهيار السد وألتي تجاوزت في حجمها أي شيء معروف الى ذلك ألحين في حصول دمار شديد في ألجزء ألأسفل من وادي گراوي وكذلك في حوض نهر ألنيل ألى ألاسفل من مصب ألوادي فيه. وربما خلفت هذه ألكارثة أنطباعا قاسيا وباقيا في ألأذهان لفترة طويلة حيث لم تؤد ألى نبذ ألعمل في ألسد فقط بل قادت أيضا ألمهندسين ألمصريين ولمدة ألف سنة لاحقة الى عدم ألمخاطرة بأنشاء سد كبير على نهر يجهلون صفاته ألفيضانية. أما ألمحاولة ألثانية وألناجحة فقد كانت في بناء سد قطينة على نهر العاصي من قبل ألحاكم ألمصري سيث ألأول (1305- 1290) قبل ألمسيح.

<u>ألخلاصة وألأستنتاجات</u>

لقد أطلق سكان ألمنطقة على ألسد أسم سد ألكفرة لكون أصل من شيده بحسب معتقدهم كانوا من "ألكفّار" ألذين عاشوا هنا قبل ألأسلام ، ولم تجر أية تحريات مفصلة فيه لغاية عام 1982.

شيد ألسد في حقبة ألدولة ألمصرية ألقديمة في حوالي 2600 قبل ألميلاد على وادي گراوي لذا فهو يعتبر من ألناحية ألهيدروليكية أول محاولة لخزن ألمياه على نطاق كبير ، وكان ألغرض من بنائه كما يبدو حماية ألمنشأت ألواقعة أسفل ألوادي وحوض نهر ألنيل من فيضانات ألوادي ألمتكررة ألتي غالبا ماكانت تحصل بعد ألعواصف ألمطرية ألشديدة .

بموجب ألمعايير ألحديثة يمكن أعتبار ألسد مستقرا وحتى قادرا على تحمل ألفيضانات بصورة معقولة

فيما لو كان منجزا بصورة كاملة ، غير أن فيضان ما أثناء فترة ألبناء أدى ألى تدميره ولم يكن متكاملا بعد فأعقب ذلك أنطلاق موجة فيضانية وحصول كارثة كبيرة مما أدى ألى ترك ألعمل فيه.

لقد كان تصميم ألسد صحيحا بصورة أساسية ووفر هذا ألتصميم حماية كافية فيما لو أنسابت ألمياه من ألخزان من خلال ألجانب ألأيسر ألمنخفض نسبيا في حينه أو حتى طفح ألمياه فوق قمته فيما لو كان ألسد قد أنجز بألكامل ، لذا فأن من ألمؤسف حقا حصول هذه ألمأساة نتيجة لفيضان أكبرمن ألمتوقع خلال فترة ألأنشاء ووقوع ألكارثة.

أستنادا ألى ما متوفر ألان من علم ومعرفة وخبرة في مجال تصميم وتشييد ألسدود ألكبيرة وعلى ألرغم من مرورما يزيد على 4600 عام منذ أنشاء هذا ألسد فأن هذا ألسد يبقى مثارا للاعجاب ، كما أننا ننظر بعين ألاحترام وألتقدير ألكبيرين ألى ما أنجزه ألمهندسون ألمصرين ألقدماء من أيام ألدولة ألمصرية ألقديمة بسبب شجاعتهم ألفائقة للتصدي لمثل هذا ألعمل ألكبيرفي وقت لم يمتلكوا فيه سوى وسائل فنية محدودة ومعرفة قاصرة في هذا ألمجال ، كما أن تعاطفنا مع هؤلاء ألمهندسين هو ليس بسبب تصميم ألسد فقد كان ألتصميم صحيحا بصورة أساسية ، أنما بسبب حصول ظاهرة طبيعية لم يكن بأمكانهم تقدير حجمها أو توقع حدوثها.

ألمصادر


| | |
|---|---|
| 1. | **أبن منظور: محمد بن مكرم بن علي أبو الفضل جمال الدين : معجم لسان ألعرب** <br> **https://ia801606.us.archive.org/9/items/WAQlesana/lesana.pdf** |
| 2. | **Wikipedia. "Fourth Dynasty of Egypt". Accessed on 9th September 2020** <br> **https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Dynasty_of_Egypt** |
| 3. | **بدر: أشرف ؛ حافظ: أحمد ، "مصر تتحدى العالم فى "أقدمية" السدود.. والملك مينا ينافس على المركز الأول بـ"سد قوشيه"!". بوابة ألاهرام 3 كانون أول 2011** <br> **http://gate.ahram.org.eg/News/27067.aspx** |
| 4. | **أقتباساتي "أهم ألسدود في مصر". أنشأ في 21 تشرين ألثاني. تأريخ ألدخول في 9 أيلول 2020** <br> **https://rmooosh.net/%D8%A7%D9%87%D9%85-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%AF%D9%88%D8%AF-%D9%81%D9%8A-/%D9%85%D8%B5%D8%B1** |
| 5. | **ويكيبيديا. "سد أللاهون". أخر تعديل في ألاول من تموز 2020 ، ألدخول في 9 أيلول 2020** <br> **/https://ar.wikipedia.org** |

| | |
|---|---|
| **6.** | **Wikipedia. “Lake Moeirs”. Accessed on 14t September 2020** **https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Moeris** |
| **7.** | **TheInfoList. “Jawa Dam (Jordan)”. Accessed on 9th September 2020** http://www.theinfolist.com/php/SummaryGet.php?FindGo=Jawa_Dam_(Jordan)#cite_ref-8 |
| **8.** | **Garbrecht G . “Sadd-el-Kafara, the world oldest Large Dam”. Chapter1, of the book “Dams- History of Civil Engineering ”. PP 71-76, Edited by Donald C. Jackson. UK, 1 March 1998.** **https://www.taylorfrancis.com/books/9781315258591** |
| **9.** | **Garbrecht G. “Wadi Garawi”. Uploaded to Scribe on Jan 08, 2016** **https://www.scribd.com/document/294890979/Wadi-Garawi** |
| **10.** | **Garbrecht G. "Wasserspeicher aus der Antike im vorderasiatischen Raum". Proceedings Wasser Berlin '81, pp797-822; 1981** |
| **11.** | **Garbrecht G. ”Der Sadd el-Kafara. die älteste Großtalsperre der Welt”. Masterpieces of ancient hydrotechnology PP 9-20 (in German) Wiesbaden 1995.Spriger Link** **https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-663-01488-1_1** |